仕様書

１．件名：　H24年度　免震システムの評価手法開発（BWR建屋地震応答本解析）（５－５）

２．　適用範囲

本仕様書は、免震システムの評価手法開発（以降、本事業と略す）の実施項目のうち、平成24年度に実施する「BWR建屋地震応答本解析」の技術仕様について規定するものである。

３．　適用法規及び規格類

この仕様書によって定められる作業にあたっては、下記の準拠すべき法令、規則、指針等（特に指定する場合を除き、その最新版）を適用するものとする。尚、本業務においてはＳＩ単位系を適用すること。なお、法令、規則、指針の規定に相違が見られる場合には、日立GEニュークリア・エナジー(株)と協議の上、対応方針を定めることとする。

（１）労働基準法およびこれに関する規則、告示等（2008年）
（２）日本工業規格（JIS）
（３）労働安全衛生法　（2006年）
（４）環境基本法　（2008年）
（５）特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律、同施行令および同施工規則　（2002年）
（６）原子力発電所免震構造設計技術指針（JEAG4614-2000）
（７）免震部材JSSI規格2000（日本免震構造協会編）

４．概要・目的

免震構造の採用により、立地条件によらないプラント設計の標準化を図るとともに、地震力を低減させることにより、建屋や機器の大幅簡素化を図り、物量低減と免震装置の設計余裕により設計想定地震条件を超えるような地震が発生した場合にも耐え得る裕度を更に拡大する。これにより、国内立地の原子力プラントの標準化を進められるとともに、海外の地震国向けにも高い競争力を持つことができる。

本業務では、免震システムの評価手法開発のうち、免震型原子力発電施設の３次元の地震応答特性の把握を目的に、BWR建屋地震応答本解析を実施するものである。H23年度の“BWR建屋解析手法の確立”では、建屋を３次元FEMでモデル化し、固有値解析を行い、振動特性を質点系モデルと比較検討した。本年度は、BWR免震建屋３次元FEMモデルを対象とした地震応答解析を実施する。

５．実施内容

本仕様書にて定める実施内容は以下の通りである。詳細を5.1項～5.4項に示す。

（1） BWR免震建屋の３次元FEM解析モデルの検討

（2） BWR免震建屋３次元FEM本解析

（3） BWR免震建屋の限界性能評価解析

（4） 報告書の作成

なお、本業務に必要な情報は日立GEニュークリア・エナジー(株)が提示する。また、解析ケース、条件は、日立GEニュークリア・エナジー(株)と協議の上、設定すること。

5.1 BWR免震建屋の３次元FEM解析モデルの検討

BWR免震建屋（原子炉単独免震）の３次元の地震応答特性の把握を目的に、H23年度の３次元FEM解析モデルに概念設計の検討結果を適切に反映する。基礎版と建屋をFEMモデルとし、免震装置は上部構造の地震応答評価の目的に適したモデル化とする。H23年度の３次元FEMモデルを基本として最新の配置情報を反映した解析モデルを構築する。

5.2 BWR免震建屋３次元FEM本解析

３次元の地震応答特性の把握を目的に、BWR建屋の地震応答特性の評価方針を検討し、解析を実施する。BWR建屋の地震応答解析は、5.1項で作成した解析モデルを用いて、多方向入力の地震応答解析を実施し、建屋の免震効果、水平・上下・ロッキングの地震応答挙動を把握し、以下の検討を行う。

（1） 免震装置の引張せん断領域の挙動評価と設計用地震荷の重組合せ

（2） 機器設置位置における地震応答から、上下振動数等が免震装置の仕様に及ぼす影響

（3） 検討用地震動はH21年度に作成したものを基本とするが、地震動の位相特性の影響

上記の検討を実施するに当たり地震応答解析は、以下に示すパラメータ考慮する。

（1） 地震条件については、標準波２種類を考慮する。

（2） 地盤条件については、国内プラント情報から検討した結果をもとに１種類程度を設定する。

（3） 免震装置のゴム種については、G4ゴム、G6ゴムの２種類を設定する。

（4） 免震装置の要素特性（例えば、第一剛性、第二剛性、降伏荷重、材料減衰、鉛直剛性など）のばらつきを設定する。

上記パラメータを参考に組合せて解析を実施し、BWR建屋及び免震装置の耐震成立性を確認する。また、本検討で得られた解析結果は、渡り配管のシミュレーション解析用に加工する。

さらに、H23年度に検討した免震装置を、３次元にモデル化した多質点系梁モデルを用いて，FEMモデルとの比較を行い、地震応答特性の相違を分析する。また、必要に応じて上記パラメータなどを参考に多質点系梁モデルによる地震応答解析を実施する。

5.3 BWR免震建屋の限界性能評価解析

３次元解析モデルによるBWR免震建屋の耐震裕度の把握を目的に、5.2項の検討結果に基づいて検討用地震動の加速度レベルを考慮し、残余のリスク評価に必要な解析法を用いて耐震裕度とフラジリティに関する検討を行い、BWR建屋及び免震装置の耐震裕度を評価する。本検討では、既往の試験結果及び、別途に実施するハードニング試験の結果を参考に以下を検討する。

(1) 免震装置のハードニング領域での地震応答特性
(2) ハードニング開始時点での応答性状、建屋耐力の確認
(3) 免震装置の破断点近傍での建屋の地震応答特性

本検討では以下に示す地震条件、免震装置、破断限界等を基本パラメータとした地震応答解析を実施する。

(1) 入力地震動は、標準波１種類を考慮する。
(2) 免震装置のゴム種は、G4ゴム、G6ゴムの２種類を設定する。
(3) 免震装置の破断限界、ハードニング特性は、既往知見やハードニング試験の結果を参考に設定する。

上記のパラメータを参考に組合せて解析を実施し、BWR建屋及び免震装置の終局状態に至る応答挙動から、地震応答と耐力の関係より、残余のリスク評価について検討する。また、３次元ＦＥＭによる耐震評価上の課題を整理する。

5.4 報告書の作成

5.1～5.3項にて実施する３次元FEM解析モデル見直し検討結果、BWR建屋３次元FEM本解析結果、BWR建屋の限界性能の評価解析結果等を解析報告書（本文はワードファイル、デジタルデータはエクセルファイル）にとりまとめる。

さらに、5.1～5.3項ついて東京都区内又は日立地区にて10回の打合せを実施し、東京都区内にて報告会1回を開催する。

６．実施期間および実施工程

実施期間は、契約書に定める。表-１に契約期間中の実施工程を示す。

７．納入物及び納期

最終報告書１部及び、報告書を収めたCD-ROM1枚

提出図書：添付１に提出図書を示す。

納期：平成25年2月28日

８.納入場所

報告書及びCD-ROM:　日立GEニュークリア・エナジー株式会社
〒317-0073　茨城県日立市幸町３丁目１番１号

提出図書：　同上

９．機密保持事項

本仕様書に定められた作業によって得られた成果およびその知見を、日立GEニュークリア・エナジー株式会社への事前承諾無しに第三者に開示してはならない。

１０．知的財産権

受注者は、本購入仕様書に規定される作業を実施するにあたって、第三者の知的財産権を侵害しないように十分注意すること。

１１．その他

（１）　本仕様書と契約書の記載内容で、齟齬がある場合は本仕様書内容を正とする。

（２）　各実施項目の納期が変更となる場合には、事前に日立GEニュークリア・エナジー株式会社に申請し承認を得るものとする。

（３）　実施内容の変更にあたっては、受注者は事前に発注者に申請し、承認を得るものとする。

（４）　作成した資料の情報管理区分については日立GEニュークリア・エナジー株式会社と協議し決定する。

（５）　本件の実施者は、原子力発電設備用免震装置に関わる研究の全体取りまとめに協力する。

表-1　実施工程

平成24年度４半期	１Ｑ	２Ｑ	３Ｑ	４Ｑ
（１）BWR免震建屋の３次元FEM解析モデルの検討				
（２）BWR免震建屋３次元FEM本解析				
（３)BWR免震建屋の限界性能評価解析				
（４）報告書作成				
最終報告書提出				▽ H25/2/28

添 付

提出図書 一覧

種別	図書分類	要提出図書[*1]	摘要	種類	部数	提出時期
一般	実施計画書	○		承認用	2	契約後2週間以内
	実施工程表	○		承認用	2	契約後2週間以内
	実施体制表	○		承認用	2	契約後2週間以内
	安全計画書	−		承認用	2	契約後2週間以内
	品質管理計画書	○		承認用	2	契約後2週間以内
	提出図書一覧表	○		承認用	2	契約後2週間以内
	再委託に係る承認申請書	適宜		承認用	2	契約後3週間以内
	打合せ議事録	○		参考用	1	打合せ後2週間以内
	工程実績表	○		参考用	1	月初5営業日以内
	立会申請書	適宜		参考用	1	立会前1週間以前
仕様変更	計画変更承認申請書	適宜		承認用	2	計画変更時
	打合せ議事録		打合せにて、変更が生じた場合	承認用	2	打合せ後1週間以内
物品製造	物品製作仕様書	−		承認用	2	製作前2週間以前
	品質管理仕様書	−		承認用	2	製作前2週間以前
	外注購入先管理表	−		承認用	2	発注前2週間以前
物品購入	購入仕様書	−		承認用	2	購入前2週間以前
	外注購入先管理表	−		承認用	2	購入前2週間以前
機器設置工事	施工要領書	−		承認用	2	施工前2週間以前
	施工図	−		承認用	2	施工前2週間以前
	工事報告書	−		参考用	1	工事完了後2週間以内
試験・検査	検査・試験要領書	−		承認用	2	試験前2週間以前
	検査・試験報告書	−	含 試験時計測結果デジタルデー	参考用	1	試験後2週間以内
廃棄・撤去等	輸送、保管、廃棄に関する仕様書	適宜		承認用	2	作業の開始前
	仮設備の撤去・分別解体に関する仕様書	適宜		承認用	2	作業の開始前
報告	最終報告書および電子記録媒体	○		参考用	別途指示	納入時
完成検査	納品書(完了届け)	○		参考用	1	納入時
	実績報告書	○		参考用	1	納入時
	納入品一覧表	○		参考用	1	納入時
	機器一覧表	−		参考用	1	納入時
	工程写真	−		参考用	1	納入時
	官庁検査合格書等	−		参考用	1	納入時
	機器取扱説明書	−		参考用	1	納入時
	完成写真	−		参考用	1	納入時
	完成図書及び電子記録媒体	○	提出済図書一式(含 最終報告書)	参考用	1	納入時
支払い	請求書	○		−	1	確定後速やかに

*1.「○」は提出必須